

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 585 282**

(21) N° d'enregistrement national :

**86 10767**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : B 29 B 7/38; B 29 C 67/20, 47/64.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 24 juillet 1986.

(30) Priorité : JP, 24 juillet 1985, n° 163564/85; 5 septembre 1985, n° 196746/85.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 30 janvier 1987.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : SEKISUI KASEIHIN KOGYO KABUSHIKI KAISHA. — JP.

(72) Inventeur(s) : Hiromu Fujisaki, Motoshige Hayashi et Motokazu Yoshii.

(73) Titulaire(s) :

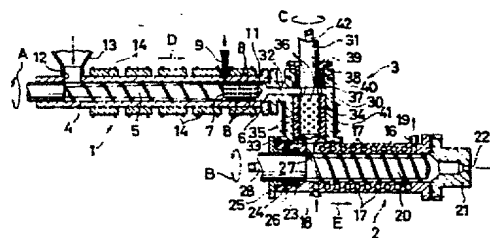
(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Procédé et appareil de fabrication d'une mousse d'une matière thermoplastique par mélange de la matière avec un agent porogène et extrusion continue.

(57) L'invention concerne la fabrication des mousses de matière thermoplastique.

Elle se rapporte à un appareil qui comprend entre une extrudeuse 1 destinée à faire fondre une matière thermoplastique et une seconde extrudeuse 2 destinée à refroidir un mélange de matière thermoplastique et d'agent porogène à une température convenant à la formation d'une mousse, un dispositif 3 de mélange qui assure un mélange poussé de la matière thermoplastique provenant de l'extrudeuse 1 et de l'agent porogène et éventuellement d'autres adjuvants introduits par un orifice 9. Le dispositif de mélange comporte des cavités 36, 35 formées à la surface externe d'un rotor 31 et à la surface interne d'un stator 34.

Application à la fabrication des mousses de matière thermoplastique.



FR 2 585 282 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un procédé et un appareil de fabrication de mousse de matière plastique par mélange homogène de matière thermoplastique avec un agent porogène ou de moussage et d'autres adjuvants voulus, et par extrusion continue du mélange.

Il existe divers procédés de fabrication de mousse de matière thermoplastique, et on utilise beaucoup des extrudeuses à cet effet. La fabrication d'une mousse d'une matière thermoplastique à l'aide d'une extrudeuse est avantageuse en pratique car, après mélange homogène de la matière thermoplastique avec un agent porogène ou un autre adjuvant sous pression, le mélange est extrudé à basse pression afin que des matières plastiques en mousse de forme voulue, par exemple sous forme de feuilles ou de plaques, soient fabriquées de manière continue.

Dans le procédé précité de fabrication cependant, on a attaché beaucoup d'importance au fait qu'un agent porogène ou un autre adjuvant doit être mélangé de manière homogène à la matière thermoplastique fondue et le mélange doit être extrudé après refroidissement uniforme de la composition fondue de matière plastique contenant l'agent porogène d'une manière suffisante pour que les conditions conviennent à la formation de la mousse.

En conséquence, on a proposé divers procédés et appareils de mélange homogène d'une matière thermoplastique avec un agent porogène ou analogue, et de refroidissement uniforme de la composition contenant l'agent porogène. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 751 377 décrit un procédé et un appareil selon lesquels un mélangeur statique est monté après une extrudeuse ayant une vis afin que la matière plastique fondue soit mélangée à un agent porogène et que le mélange soit refroidi uniformément à une température convenant au moussage. Bien que cet arrangement ait permis la fabrication satisfaisante de matériaux épais et de grande dimension formés d'une mousse de faible masse volumique, dans une certaine mesure, il présente des inconvénients car la vitesse d'extrusion

est réduite parce que la matière plastique transmise au mélangeur statique présente une résistance élevée d'écoulement, le mélangeur statique est déformé ou détérioré partiellement surtout lorsqu'il est refroidi depuis  
5 l'extérieur, et les propriétés de dispersion de l'agent porogène mélangé sont insuffisantes.

On a tenté de remédier à ces inconvénients. Comme l'indique le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 454 087, un refroidisseur de mélange rotatif et un mélangeur sinueux, constituant un type de mélange statique, sont  
10 montés simultanément après l'extrudeuse. Bien que le mélangeur sinueux ne puisse pas se déformer dans cette opération car il n'est pas refroidi, il est cependant souhaitable que d'autres mousses de matière de faible  
15 masse volumique puissent être fabriquées, notamment des matières dans lesquelles l'adjuvant est bien dispersé de manière homogène.

D'autre part, le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 419 014 décrit un procédé de mélange homogène de matière plastique, de caoutchouc et analogue à d'autres  
20 adjuvants, mettant en oeuvre un appareil formant extrudeuse et mélangeur, ayant un mélangeur par transfert entre des cavités, directement couplé à l'extrémité avant de la vis logée dans l'extrudeuse.

L'invention concerne l'application du mélangeur à transfert entre des cavités, utilisé dans l'arrangement formant extrudeuse et mélangeur, à la fabrication d'une  
25 mousse de matière thermoplastique, et elle permet la formation de mousse de matière thermoplastique d'excellentes propriétés par introduction d'un mélangeur fonctionnant par transfert entre des cavités dans l'opération  
30 classique d'extrusion.

L'invention concerne ainsi la résolution des problèmes posés par la fabrication des mousses de matière  
35 thermoplastique, compte tenu de la technique antérieure. Selon l'invention, l'appareil utilisé pour la fabrication d'une mousse d'une matière thermoplastique, du type

qui comprend une extrudeuse destinée à faire fondre et à extruder la matière thermoplastique et un ensemble de refroidissement de la matière thermoplastique fondue contenant un agent porogène, à une température convenant  
5 à la formation d'une mousse, est perfectionné en ce qu'il comporte un rotor supporté dans un stator entre l'extrudeuse et l'ensemble de refroidissement, l'espace compris entre le stator et le rotor étant utilisé comme passage pour la circulation de la matière thermoplastique  
10 fondue, un certain nombre de cavités isolées étant formées à la face interne du stator et à la face externe du rotor, ces deux faces étant placées en regard, les cavités du stator et du rotor se recouvrant pendant leur rotation si bien que l'ensemble forme un mélangeur assurant le  
15 transfert de la matière plastique fondue entre les cavités. La matière thermoplastique fondue est mélangée à l'agent porogène ou à tout autre adjuvant, en amont du mélangeur.

Ainsi, l'invention concerne un appareil et un procédé permettant un mélange homogène d'une matière  
20 thermoplastique fondue à une grande quantité d'un agent porogène, si bien que les mousses de matière thermoplastique obtenues sont épaisses et de faible masse volumique.

L'invention concerne aussi un procédé et un appareil assurant une dispersion homogène d'un agent  
25 porogène ou d'un autre adjuvant dans une matière plastique fondue afin que les mousses de matière thermoplastique obtenues sous forme homogène possèdent d'excellentes propriétés physiques et une très bonne qualité. En outre, les mousses ayant une dispersion homogène d'un agent  
30 de nucléation, telle qu'une fine poudre de talc, de minuscules cellules et des possibilités de traitement postérieur, peuvent être obtenues.

L'invention concerne aussi un procédé et un appareil de mélange homogène de plusieurs matières thermo-  
35 plastiques incompatibles, telles que de nombreux types de matières thermoplastiques peuvent être mélangés. En outre, des mousses de matière ayant les propriétés voulues peuvent être fabriquées.

L'invention concerne aussi un procédé et un appareil permettant un mélange homogène de matière thermoplastique avec un agent porogène qui n'est pas normalement considéré comme pouvant être facilement mélangé à elle. Il s'agit d'un avantage important pour la fabrication de mousse de matière plastique puisqu'un agent porogène peut être choisi parmi de nombreux types de matières.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une coupe verticale d'un mode de réalisation d'appareil selon l'invention ;

les figures 2a à 2h sont des schémas illustrant les principes du mélange et de l'agitation assurés par un mélangeur à transfert entre des cavités ;

la figure 3 est une coupe verticale d'un autre mode de réalisation d'appareil selon l'invention ;

la figure 4 est une coupe verticale d'une variante d'ensemble de refroidissement de l'appareil des figures 1 et 3 ;

la figure 5 est une coupe suivant la ligne V-V de la figure 4 ; et

la figure 6 est une coupe verticale d'un autre mode de réalisation d'appareil selon l'invention.

Les matières thermoplastiques qui peuvent être soumises à des opérations de formation de mousse par extrusion selon l'invention ne sont pas pratiquement limitées. Des exemples représentatifs de matières thermoplastiques sont le polystyrène, les copolymères de styrène et d'acrylonitrile, les copolymères d'acrylonitrile, de butadiène et de styrène, les copolymères de styrène et d'anhydride maléique, les copolymères de styrène et d'éthylène, le poly- $\alpha$ -méthylstyrène, le polyéthylène, le polypropylène, les copolymères d'éthylène et de propylène, les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle, le chlorure de polyvinyle, le polyméthacrylate de méthyle, les polyamides, etc. Ces copolymères peuvent être utilisés

indépendamment ou en combinaison. Comme des polymères relativement incompatibles peuvent être mélangés uniformément selon l'invention, une très large gamme de matières thermoplastiques peut être choisie. Ainsi, les matières thermoplastiques ayant les propriétés physiques voulues peuvent être facilement fabriquées.

Des agents porogènes qui peuvent être utilisés selon l'invention ne sont pas non plus particulièrement limités. Les agents porogènes normalement utilisés sont volatils ou décomposables.

On peut citer, comme agent porogène volatil, les hydrocarbures aliphatiques tels que le propane, le butane, l'isobutane, le pentane, le néopentane, l'isopentane et analogues, les hydrocarbures alicycliques tels que le cyclobutane, le cyclopentane, le cyclohexène et analogues, le chlorure de méthyle, le chlorure de méthylène, le dichlorofluorométhane, le chlorotrifluorométhane, le dichlorodifluorométhane, le chlorodifluorométhane, le trichlorofluorométhane, le trichlorotrifluoroéthane et le dichlorotétrafluoroéthane. On peut citer, comme agent porogène décomposable, la dinitrisopentaméthylènetétramine, la trinitrosotriméthylènetriamine, le p,p'-oxybis(benzène-sulfonylhydrazide), l'azodicarbonamide et analogues. Ces agents porogènes peuvent être utilisés indépendamment ou en combinaison.

Un agent porogène est ajouté en amont d'un d'un mélangeur selon l'invention. Le procédé normal de mélange comprend le chauffage et la fusion de la matière thermoplastique dans une extrudeuse, et la transmission sous pression d'un agent porogène à l'extrudeuse. Un autre procédé comprend la transmission à l'extrudeuse d'une matière thermoplastique contenant un agent porogène.

Lorsqu'une grande quantité d'un agent porogène est mélangé afin que la mousse obtenue ait une faible masse volumique, par exemple lorsque 100 parties en poids d'une matière thermoplastique sont mélangées à 5 - 50 parties en poids d'un agent porogène volatil, il

est préférable que la matière thermoplastique fondue et un agent porogène soient préalablement malaxés dans une extrudeuse ou par tout autre dispositif de mélange puis transmis à un mélangeur sous forme d'un mélange.

5 Selon l'invention, un adjuvant normalement utilisé est ajouté lorsque la mousse est formée.

On peut citer, comme adjuvant, des agents de nucléation, des agents retardateurs d'inflammation, des agents stabilisants, des agents lubrifiants, plas-  
10 tifiants, de coloration, des charges, etc.

Les extrudeuses destinées à être utilisées pour la fusion et l'extrusion des matières thermoplastiques selon l'invention sont des extrudeuses à une ou deux vis, les vis ayant de préférence des broches ou d'autres  
15 dispositifs de mélange, après transmission de l'agent porogène sous pression.

Des ensembles de refroidissement qui peuvent être utilisés selon l'invention sont ceux qui ont été mis au point et qui sont utilisés habituellement pour la  
20 fabrication des matières thermoplastiques sous forme de mousse, par exemple des ensembles de refroidissement ayant des dispositifs d'échange de chaleur et qui peuvent régler la température de diverses matières plastiques. Il est préférable que l'ensemble de refroidissement utilisé  
25 possède un arbre rotatif ayant des palettes placées dans le cylindre externe de refroidissement comme décrit dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 4 454 087 et 2 669 751 et dans les brevets japonais n° 544/73 et 42026/79. Il est aussi avantageux d'utiliser une extrudeuse de refroidis-  
30 sement qui a un diamètre supérieur à celui de l'extrudeuse destinée à fondre la matière thermoplastique afin que la matière thermoplastique soit refroidie uniformément par rotation lente de la vis qui a un effet réduit de pompage.

Des mélangeurs qui peuvent être utilisés selon  
35 l'invention sont des mélangeurs assurant un transfert entre des cavités, utilisés pour la fusion des matières thermoplastiques, ayant un rotor porté dans un stator,

l'espace séparant le stator du rotor étant utilisé comme passage pour la circulation de la matière plastique fondue. Un certain nombre de cavités isolées sont formées à la face interne du stator et à la face externe du rotor respectivement. les cavités formées sur le rotor et sur le stator sont disposées de manière qu'elles se recouvrent pendant la rotation. Les cavités peuvent avoir une forme hémisphérique, cylindrique ou parallélépipédique, mais elles ont de préférence une forme hémisphérique qui provoque un moindre engorgement par la matière plastique fondue. Les cavités doivent être placées en quinconce (voir les dessins) à la face interne du stator et à la face externe du rotor, en direction axiale et circonférentielle. La surface totale d'ouverture des cavités doit être portée à 60 % de la surface de la face interne du stator ou de la face externe du rotor. Le mélangeur doit avoir un emplacement auquel la température et la pression sont supérieures à celles de l'opération de formation d'une mousse par extrusion. Ainsi, le mélangeur peut être placé à l'extrémité avant de la vis de l'extrudeuse afin qu'il puisse tourner en synchronisme avec la vis ou il peut être disposé de manière qu'il puisse tourner indépendamment. Dans ce dernier cas, le chauffage et le mélange sont commodément réglés car le nombre de tours peut être facilement réglé en fonction de la nature de la matière thermoplastique et de la nature des agents porogènes et des autres adjuvants. En d'autres termes, le mélangeur peut être entraîné en rotation à faible vitesse lors de l'utilisation d'un agent retardateur d'inflammation qui peut se décomposer thermiquement et d'un matériau fibreux facilement découpé sous l'action de forces élevées de cisaillement, et il peut être entraîné à grande vitesse lors de l'utilisation d'un agent porogène volatil dont la viscosité est différente de celle de la matière thermoplastique.

On peut utiliser, selon les cas, les filières normalement utilisées, telles que les filières en T, les



filières de revêtement, les filières en queue de poisson, les filières circulaires, etc., avec éventuellement des filières de calibrage.

On considère maintenant la réalisation d'appareils selon l'invention dans différents modes de réalisation.

On considère d'abord le mode de réalisation d'appareil de la figure 1. Sur celle-ci, l'arrangement comporte une extrudeuse principale 1, une extrudeuse 2 de refroidissement placée parallèlement à l'extrudeuse principale 1 et dont l'accès est décalé par rapport à celui de cette dernière, et un mélangeur 3 placé entre les extrudeuses 1 et 2.

L'extrudeuse principale 1 a un premier corps 4, une première vis 5 montée en porte à faux, disposée dans le premier corps 4 afin qu'elle tourne, un premier dispositif 6 de malaxage placé à l'extrémité avant de la première vis 5, une colonne 7 placée à l'extrémité avant de la tige de la vis, un certain nombre d'ergots 8 qui dépassent de la périphérie de la colonne 7, une entrée 9 d'un agent porogène sous pression, cette entrée 9 étant placée en face de la limite entre la première vis 5 du premier corps 4 et le premier dispositif 6 de malaxage, une sortie 11 formée à l'extrémité à laquelle la vis du premier corps 4 flotte, une entrée 12 de matière formée à l'extrémité à laquelle la vis du premier corps 4 est supportée, une trémie 13 d'alimentation en matériau, placée à l'entrée 12, et des dispositifs 14 de chauffage placés à la périphérie du premier corps 4.

L'extrudeuse 2 de refroidissement comprend un second corps 16 ayant un passage spiralé 17 de fluide de refroidissement, une entrée 18 et une sortie 19 du passage 17, une seconde vis 20 montée en porte à faux, disposée dans le second corps 16 afin qu'elle puisse tourner, une filière 21 fixée à l'extrémité à laquelle la vis 20 du second corps 16 flotte, la filière 21 ayant une sortie de matière thermoplastique, un palier 23 de

support de la base de la seconde vis 20 afin qu'elle puisse tourner, une garniture 24, un presse-garniture 25, un passage 26 de fluide de refroidissement destiné à refroidir la garniture, une entrée 27 d'injection d'une  
5 matière thermoplastique, formée à l'extrémité de support de la vis 20 du second corps 16, et une tuyauterie 28 destinée à transmettre un fluide de refroidissement à l'intérieur de la seconde vis 20.

Le mélangeur 3 a un cylindre fixe 30, un rotor  
10 31 monté en porte à faux afin qu'il puisse tourner dans le cylindre fixe 30 et ayant un axe perpendiculaire à ceux de la première et de la seconde vis 5, 30, une entrée 32 formée du côté du support du rotor 31 dans le cylindre 30 et qui communique avec la sortie 11 de  
15 l'extrudeuse principale 1, une sortie 33 formée de l'autre côté, à l'endroit où le rotor 31 flotte dans le cylindre 30 et qui communique avec l'entrée 27 d'injection de matière thermoplastique dans l'extrudeuse 2 de refroidissement, un stator 34 placé à la face interne du cylindre 30,  
20 un certain nombre de cavités hémisphériques isolées 35, 36 formées à la face interne du stator 34 et à la face externe du rotor 31, les cavités 35 de la face interne du stator 34 recouvrant partiellement les cavités 36 de la périphérie du rotor 31 pendant la rotation, un palier  
25 37 destiné à supporter le rotor 31, une garniture 38, un presse-garniture 39, un passage 40 de fluide de refroidissement destiné à refroidir la garniture, un organe 41 de chauffage placé à la périphérie du cylindre fixe 30, et une tuyauterie 42 destinée à transmettre un fluide  
30 de refroidissement à l'intérieur du rotor 31.

On décrit maintenant le fonctionnement de l'appareil représenté sur la figure 1. Une matière thermoplastique est transmise de la trémie 13 au premier corps 4 lorsque la première et la seconde vis 5, 20 tournent  
35 dans le sens des flèches A, B, et lorsque le rotor 31 tourne, séparément par rapport à la première et à la seconde vis 5, 20, dans le sens de la flèche C. La matière,

c'est-à-dire la matière plastique transportée par la première vis 5 dans le sens de la flèche D, est chauffée et fond sous l'action du dispositif 14 de chauffage. Un agent porogène est ajouté par l'entrée 9 dans la matière plastique fondue, sous pression, et l'agent porogène ajouté est mélangé préalablement à la matière thermoplastique par les ergots 8 du premier dispositif 6 de malaxage. La matière thermoplastique contenant l'agent porogène est ensuite transmise à la sortie 11 et à l'entrée 32 avant de parvenir dans le cylindre 30 du mélangeur 3. Dans ce dernier, la matière thermoplastique est agitée et mélangée par les cavités 36 formées dans le rotor 31 et les cavités 35 formées dans le stator 34, et l'agent porogène est dispersé de manière homogène dans la matière thermoplastique.

On se réfère maintenant aux figures 2a à 2h pour la description du principe de mélange et d'agitation de la matière. La couche extrudée par le fond de la cavité 35 à gauche de la figure 2a est étirée le long de la périphérie interne et, comme représenté sur la figure 2b, l'extrémité avant de cette mince couche est tirée par le premier bord de la cavité 36 du rotor 31 tournant dans le sens de la flèche C et change de sens afin qu'elle corresponde à l'état représenté sur la figure 2c. Comme l'indique la figure 2d, l'extrémité avant de la mince couche est repliée par le second bord et, comme l'indique la figure 2e, son extrémité avant est coupée par le second bord et le stator 34 et, comme l'indique la figure 2f, l'extrémité avant est repliée par le troisième bord et, comme l'indique la figure 2g, l'extrémité avant est coupée par le troisième bord et le stator 34 ; comme l'indique la figure 2h, l'extrémité avant est alors repliée par le quatrième bord. La même opération se répète ensuite et l'extrémité avant de la mince couche est successivement coupée et la partie coupée est accumulée dans les cavités.

Selon ce principe, la matière thermoplastique

est étirée afin qu'elle forme une lame mince et est découpée en morceaux si bien qu'un agent porogène ou un autre adjuvant est dispersé de manière homogène dans la matière thermoplastique. Celle-ci, dans laquelle  
5 l'agent porogène a été dispersé de manière homogène, est transmise au second corps 16 de l'extrudeuse 2 de refroidissement par l'intermédiaire de la sortie 33 et de l'entrée 27. La matière thermoplastique contenant l'agent  
10 porogène est transportée par rotation de la seconde vis 20 dans le sens de la flèche E et est refroidie par le fluide de refroidissement passant dans le passage 17, jusqu'à une température qui convient à la formation d'une mousse. La matière est alors transportée vers la sortie 22 et extrudée par celle-ci afin qu'elle forme  
15 une mousse.

On se réfère maintenant à la figure 3 qui représente un autre mode de réalisation d'appareil selon l'invention. Sur la figure 3, les références identiques à celles de la figure 1 désignent des éléments analogues  
20 qu'on ne décrit donc pas. Dans l'appareil de la figure 3, un ensemble 44 de refroidissement comprenant un accouplement 45 est relié à la sortie du stator 34 du mélangeur 3, un corps intermédiaire 46 est raccordé à l'accouplement 45, un noyau interne 47 est placé au centre du côté  
25 du corps intermédiaire 46, un cylindre externe 48 est monté concentriquement au noyau interne 47 avec une extrémité couplée au corps intermédiaire 46, et une filière 49 est fixée à l'autre extrémité du cylindre 48. Un passage 50 de circulation de la matière thermoplas-  
30 tique, formé entre le noyau 47 et le cylindre 48, communique avec le mélangeur 3 par un passage 51 formé dans l'accouplement 45 et le corps intermédiaire 46. Un espace 52 de refroidissement est formé dans le noyau interne 47 et une entrée 53 et une sortie 54 transmettent le fluide  
35 de refroidissement de la périphérie du corps intermédiaire 46 jusqu'à l'espace 52 de refroidissement formé à l'intérieur. Un passage spiralé 55 de fluide de refroidissement

est formé dans le cylindre externe 48 et un orifice 56 est formé dans la filière 49. Une tuyauterie 58 en L est utilisée de manière qu'elle fasse communiquer la sortie 11 de l'extrudeuse principale 1 à l'entrée 32 du mélangeur 3. Un mélangeur statique 59 est placé du côté de la tuyauterie 58 placée vers le mélangeur et une buse 60 d'étranglement est placée du côté de la tuyauterie 58 qui est tournée vers l'extrudeuse. La référence 61 désigne un dispositif de chauffage placé à la périphérie de la tuyauterie 58 de raccordement.

On considère maintenant le fonctionnement de l'appareil représenté sur la figure 3. La vitesse de la matière plastique fondue extrudée à la sortie 11 de l'extrudeuse 1 est accrue par la buse 60 et l'agent porogène transmis par l'entrée 9 est ajouté à la matière thermoplastique accélérée sous pression. La matière thermoplastique contenant l'agent porogène est transporté vers le mélangeur statique 59 dans lequel la matière thermoplastique et l'agent porogène sont mélangés préalablement. Ensuite, la matière thermoplastique contenant l'agent porogène est évacuée du mélangeur statique 59 et est transportée vers le mélangeur 3 dans lequel la matière thermoplastique et l'agent porogène sont soigneusement malaxés, comme dans le premier mode de réalisation. La matière thermoplastique dans laquelle l'agent porogène est dispersé de manière homogène, dans le mélangeur 3, parvient alors au passage 50 de matière thermoplastique de l'ensemble 44 de refroidissement. La matière thermoplastique contenant l'agent porogène est refroidie dans ce passage 50 par circulation du fluide de refroidissement dans le passage 55, avec déplacement dans le sens de la flèche E, et elle est ensuite évacuée à la sortie 56 et forme une mousse.

Lors de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, un organe 63 de refroidissement tel que représenté sur la figure 4 ou l'ensemble 44 de refroidissement représenté sur la figure 3 peut être utilisé

à la place de l'extrudeuse 2 de refroidissement représentée sur la figure 1. Le dispositif 63 de refroidissement, installé en aval du mélangeur 3 par rapport au premier et au second mode de réalisation de l'invention, est décrit plus en détail dans la suite. Ce dispositif 63 de refroidissement comporte un cylindre externe 64 ayant un passage spiralé 65 de fluide de refroidissement, un arbre principal 66 monté en porte à faux, placé dans le cylindre externe 64 afin qu'il puisse tourner, une entrée 67 d'une matière thermoplastique formée à proximité de l'extrémité à laquelle l'arbre principal du cylindre externe 64 est supporté, une filière 68 qui a un orifice 69, et une tuyauterie 70 destinée à transmettre un fluide de refroidissement à un espace délimité dans l'arbre principal 66. Ce dernier a une partie 66A d'extrémité de grand diamètre supportée sur le cylindre externe 64 par un palier 71, une partie centrale 66B de petit diamètre et une partie avant 66C de grand diamètre, une saillie annulaire 66D étant un peu plus près de l'aval de la partie centrale 66B de petit diamètre tournée vers l'entrée de matière plastique. Un certain nombre de barres 72 de malaxage en arceau dépasse d'une partie qui se trouve plus en aval que la saillie annulaire 66D de la partie centrale 66B de petit diamètre.

Dans le dispositif 63 de refroidissement représenté sur la figure 4, ayant cette construction, la matière plastique contenant l'agent porogène est introduite dans le cylindre externe 64 à partir du mélangeur 3 par l'intermédiaire de l'entrée 67, est chassée par-dessus la saillie annulaire 66D dans le sens de la flèche E et est malaxée par les barres 72 de l'arbre principal 66 qui tourne dans le sens de la flèche F, et elle est ensuite extrudée par l'orifice 69, dans l'espace délimité entre l'extrémité avant 66C de grand diamètre et le cylindre externe 64.

#### Exemples 1, 2 et 3 et exemple comparatif 1

L'appareil de la figure 1 est utilisé dans

les exemples 1, 2 et 3 et il a les caractéristiques suivantes : diamètre interne du premier corps 4 de l'extrudeuse 1 : 50 mm, diamètre interne du second corps 16 de l'extrudeuse 2 de refroidissement : 65 mm, diamètre interne du stator 33 du mélangeur 3 : 50 mm, espace de 0,4 mm entre le stator 34 et le rotor 31, six cavités, en direction circonférentielle, sur le stator 34 et le rotor 31 et sept lignes de cavités 35, 36 en direction axiale, diamètre de 23 mm et de 24,5 mm pour les cavités hémisphériques respectives 35 et 36, profondeur de 8 et 9,5 mm pour les cavités 35, 36, distance de 22 mm entre les centres des cavités en direction axiale, vitesse de rotation du rotor du mélangeur 3 égale à 106 tr/min, température de la matière fondue égale à 123°C à la sortie de l'extrudeuse 2, largeur de 100 mm et hauteur de 1 mm au niveau de l'orifice 22 de la filière 21.

100 parties en poids de polystyrène ("Styron" 679 de Asahi Kasei) constituant une résine de base ont été uniformément mélangées à 0,3 partie en poids de talc sous forme d'une poudre fine constituant un agent de nucléation, et 2,0 parties en poids d'hexabromocyclododécane constituant un agent retardateur d'inflammation et transmis à l'extrudeuse principale 1 qui assure l'extrusion à raison de 55 kg/h. En outre, 12,5 parties en poids de dichlorodifluorométhane ont été ajoutés comme agent porogène à l'entrée 9 à 100 parties en poids de la matière thermoplastique de base, sous pression. En conséquence, des plaques de mousse d'environ 250 mm de largeur, 25 mm d'épaisseur et 40 kg/m<sup>3</sup> de masse volumique ont été obtenues par utilisation d'un organe de mise à la dimension fixé à la filière 21 (voir tableau I).

Les résultats des exemples 2 et 3 ont été obtenus au cours d'essais analogues, effectués par changement de la quantité d'agent porogène et de la vitesse de rotation du rotor 31. L'exemple comparatif du tableau I correspond au cas où le mélangeur 3 est supprimé dans l'appareil de la figure 1.

TABLEAU I

	Quantité d'agent porogène de la matière thermo- plastique de base, % en poids	Condition de moussage	Quantité évacuée kg/h	Température de la résine fondue °C	Rotation du rotor 31 tr/min	Masse volu- mique de la mousse kg/m <sup>3</sup>
Exemple 1	12,5	moussage uniforme et stable	55	128	106	40
Exemple 2	14,6	moussage uniforme et stable	56	124	200	35
Exemple 3	12,8	moussage uniforme et stable	57	124	100	40
Exemple comparatif 1	11,0	moussage irrégulier avec cavités occasionnelles	55	125	-	46



Exemple 4 et exemple comparatif 2

L'appareil de la figure 1 a été utilisé dans cet exemple, avec les caractéristiques suivantes : diamètre interne du premier corps 4 de l'extrudeuse 1 : 50 mm, diamètre interne du second corps de l'extrudeuse 2 de refroidissement : 65 mm, diamètre interne du stator 34 du mélangeur 3 : 90 mm, espace de 0,2 mm entre le stator 34 et le rotor 31, dix cavités en direction circonférentielle, sur le stator 34 et sur le rotor 31, et sept lignes de cavités 35, 36 en direction axiale, diamètre des cavités hémisphériques 35 et 36 de 27 et 28 mm respectivement, profondeur des cavités 35 et 36 de 8 et 9,5 mm respectivement, distance de 25 mm entre les centres des cavités en direction axiale, vitesse de rotation du rotor du mélangeur 3 de 100 tr/min, température de la matière fondue circulant dans l'extrudeuse 2 de refroidissement de 159°C, diamètre de 60 mm et espace de 0,6 mm de l'orifice 22 de la filière 21, sous forme d'une fente circulaire.

100 parties en poids de polystyrène ("Styron" 691 de Asahi Kasei) constituant une matière thermoplastique de base ont été mélangées uniformément à 2,0 parties en poids d'une fine poudre de talc constituant un agent de nucléation, et ont été transmises à l'extrudeuse principale 1 qui a travaillé de manière qu'elle extrude la matière à raison de 28 kg/h. En outre, 3,5 parties en poids de butane ont été ajoutées comme agent porogène à l'entrée 9 à 100 parties en poids de matière thermoplastique de base sous pression. En conséquence, des feuilles sous forme d'une mousse à minuscules cellules uniformes d'environ 633 mm de largeur, 25 mm d'épaisseur et 179 kg/m<sup>2</sup> de masse surfacique, ont été refroidies et mises à la dimension à l'aide d'un mandrin de refroidissement fixé à la filière, à une certaine distance et fendu à un emplacement dans la direction d'extrusion.

En outre, les matériaux en mousse ainsi obtenus ont été vieillis pendant sept jours à température ambiante et leur diamètre a été mesuré suivant la norme ASTM D

2842-69, les matières ayant été chauffées à 120°C pendant 12 s afin que l'épaisseur d'une mousse secondaire soit déterminée et permette l'examen de l'aptitude à la mise en forme. Le tableau II donne les résultats obtenus.

5 Un essai analogue a été réalisé après enlèvement du mélangeur 3 de l'appareil de l'exemple 4 afin que des feuilles de mousse d'environ 2 mm d'épaisseur, 633 mm de largeur et 176 g/m<sup>2</sup> de masse surfacique soient obtenues par réglage de la température de la matière thermoplastique  
10 à 158°C. Cependant, un certain nombre de concentration de poudre de talc apparaissait dans les feuilles, celles-ci ayant des cellules grossières. Le moussage secondaire était aussi peu important.

TABLEAU II

15	Diamètre des cellules, mm			Epaisseur de mousse se- condaire, mm
	<u>Direction de la machine</u>	<u>Direction transversale</u>	<u>Direction verticale</u>	
	Exemple 4	0,22	0,21	3,28
	Exemple comparatif	0,28	0,31	3,04
20	2			

Exemple 5

L'appareil de l'exemple 4 a été utilisé dans cet exemple, mais la filière 21 et le mandrin de refroidissement de l'exemple 1 ont été utilisés.  
25

Dans l'appareil ainsi réalisé, du polyéthylène ("Yukaron HE-30, indice d'écoulement de 0,3, fabriqué par Mitsubishi Yuka K.K.) a été utilisé comme matière thermoplastique de base. 100 parties en poids de cette  
30 matière thermoplastique ont été mélangées à 10 parties en poids d'un polymère d'imprégnation mutuelle ("Piocelan" de Sekisui Kaseihin Kogyo K.K.) obtenu par imprégnation d'un styrène monomère dans du polyéthylène avec polymérisation du monomère, la matière thermoplastique contenant 30 %  
35 en poids d'éthylène et 70 % en poids de styrène et ayant un rapport de réticulation de 18,6 % en poids, avec 0,5 partie en poids de talc constituant un agent de

nucléation. Le rapport de réticulation peut être obtenu par exemple par mesure de la quantité de constituant insoluble d'un échantillon dans du xylène bouillant. Un mélange ainsi obtenu a été transmis à l'extrudeuse à raison de 30 kg/h.

D'autre part, 14 parties en poids d'un mélange de 70 % en poids de dichlorodifluorométhane et 30 % en poids de butane ont été transmises sous pression comme agent porogène. L'extrusion a été réalisée à 100 tr/min pour le mélangeur 3 et la matière a été refroidie à 110°C lors du passage dans l'extrudeuse de refroidissement, avant formation de la mousse. La mousse obtenue constituait des plaques uniformes et extérieurement fines, ayant une épaisseur d'environ 20 mm, une largeur de 230 mm et une masse volumique de 33 kg/m<sup>3</sup>.

#### Exemple comparatif 3

Cet exemple a été réalisé par mise en oeuvre du procédé de l'exemple 5, mais le mélangeur 3 a été retiré de l'appareil. Des points de mousse de densité élevée, dus à un mauvais mélange et une mauvaise dispersion de la résine "Piocelan" et un certain nombre d'accumulations de gaz porogène se sont manifestés. On n'a obtenu que des plaques de mousse ayant des surfaces irrégulières.

On se réfère maintenant à la figure 6 pour la description d'un autre mode de réalisation de l'invention. Sur la figure 6, les références identiques à celles des figures 1 et 4 désignent des éléments correspondants ; une extrudeuse 1 et un dispositif 63 de refroidissement sont montés en parallèle, leurs axes étant décalés l'un par rapport à l'autre. Une tuyauterie 32a destinée à transmettre la matière thermoplastique relie la sortie 11 de l'extrudeuse 1 à l'orifice d'injection 67 d'un dispositif 63 de refroidissement. La référence 31 désigne un rotor raccordé concentriquement à une colonne 7 placée à l'extrémité avant d'une vis 5, un certain nombre de cavités hémisphériques isolées 35, 36 étant formées à la face externe du rotor 31 et à la face interne d'un corps 4

placée en face. Les cavités 35 du corps 4 et 36 du rotor 31 se recouvrent afin que l'ensemble forme un mélangeur dans lequel la matière plastique subit un transfert.

5 La longueur du rotor 31 est comprise entre deux et huit fois et de préférence quatre et huit fois le diamètre de la vis 5. Lorsque la longueur est inférieure au double du diamètre, le malaxage est insignifiant alors que l'échauffement devient excessif lorsque la longueur dépasse huit fois le diamètre.

10 La longueur de la colonne 7 est normalement comprise entre une et sept fois (et de préférence entre deux et cinq fois) le diamètre de la vis 5. Lorsque la longueur est inférieure au diamètre de la vis, le malaxage préalable est insuffisant alors que l'effet de malaxage  
15 n'est pas amélioré lorsque la longueur dépasse sept fois le diamètre.

La section de passage de la matière thermoplastique dans la colonne 7 est supérieure à la section à l'extrémité avant de la vis 5, d'un facteur de préférence  
20 compris entre 1,5 et 3. Autrement, la quantité de matière thermoplastique transmise à la colonne 7 est excessive et rend impossible un malaxage suffisant. Des axes analogues aux saillies 8 formées sur la colonne 7, des découpes des spires de la vis et des vis "Dulmage" peuvent être  
25 présentes.

La vis 5 et l'arbre principal 66 sont entraînés en rotation dans le sens des flèches A et F, c'est-à-dire que la matière thermoplastique est transmise vers le corps 4 par l'entrée 12. La matière thermoplastique  
30 est transmise dans le sens de la flèche D par la vis 5 et elle est chauffée et fondue par le dispositif 14 de chauffage pendant ce temps. L'agent porogène est ajouté par l'entrée 9 dans la matière thermoplastique fondue sous pression, si bien que l'agent porogène et la  
35 matière thermoplastique se mélangent de manière préliminaire. Ensuite, la matière thermoplastique contenant l'agent porogène est chassée afin qu'elle pénètre dans

l'espace délimité entre le rotor 31 et le corps 4, et elle est malaxée par les cavités 35, 36 si bien que l'agent porogène peut être dispersé uniformément dans la matière thermoplastique. Le principe de malaxage est le même que décrit en référence à la figure 2. La matière thermoplastique dans laquelle l'agent porogène a été dispersé uniformément, est transportée vers le cylindre externe 64 du dispositif 63 de refroidissement par la tuyauterie 32a et s'écoule dans le sens de la flèche E sur les saillies annulaires 66D. La matière thermoplastique est malaxée par les barres en arceau qui tournent dans le sens de la flèche F et, après refroidissement convenable, la matière passe dans l'espace compris entre l'extrémité avant 66C de grand diamètre et le cylindre externe 64, et elle est extrudée à la sortie 69 et forme une mousse.

Exemple 6 et exemple comparatif 4

L'appareil représenté sur la figure 6 a été utilisé avec les caractéristiques suivantes : diamètre interne du premier corps 4 de l'extrudeuse 1 : 50 mm, diamètre de la vis 5 : 50 mm, longueur de la colonne 7 : 250 mm, longueur du rotor 31 : 250 mm, espace de 0,4 mm entre le rotor 31 et le corps 4, six cavités en direction circumférentielle sur le rotor 31 et le corps 4 et sept rangées de cavités 35, 36 en direction axiale, diamètres des cavités hémisphériques 35 et 36 de 23,0 et 24,5 mm respectivement, profondeur des cavités 35 et 36 de 8 et 9,5 mm respectivement, distance de 22 mm entre les cavités, en direction axiale, vitesse de rotation de la vis 5 de 106 tr/min, température de 123°C de la matière fondue passant dans le dispositif 63 de refroidissement, largeur de 100 mm et hauteur de 1 mm de l'orifice 69 de la filière 68.

100 parties en poids de polystyrène ("Styron" 679 de Asahi Kasei) constituant une matière thermoplastique de base ont été mélangées uniformément à 0,3 partie en poids de talc formant un agent de nucléation et 2,0 parties en poids d'hexabromocyclododécane constituant un agent retardateur d'inflammation et transmis à l'extrudeuse

principale 1 qui assure une extrusion de 55 kg/h. En outre, 12,5 parties en poids de dichlorodifluorométhane ont été ajoutées comme agent porogène à l'entrée 9 à 100 parties en poids de matière thermoplastique de base, sous pression.

- 5 En conséquence, des plaques de mousse d'environ 250 mm de largeur, 25 mm d'épaisseur et 40 kg/m<sup>3</sup> de masse volumique ont été obtenues dans un appareil de mise à la dimension fixé à la filière 2 (voir tableau III).

10 Dans l'exemple comparatif 4, le rotor 31 était retiré afin que les cavités 35 du corps 4 soient supprimées.

TABLEAU III

Quantité d'agent porogène pour la matière thermo- plastique de base & en poids	Condition de moussage	Quantité évacuée kg/h	Température de la résine fondue °C	Rotation de la vis 5 tr/min	Masse volu- mique de la mousse kg/m <sup>3</sup>
Exemple 6 12,5	mousse uniforme et stable	55	123	106	40
Exemple comparatif 4 11,0	moussage irrégulier et cavités occasionnelles	55	125	106	46

Le tableau III indique que des matières thermo-plastiques sous forme de mousse uniforme peuvent être obtenues par mise en oeuvre du procédé et de l'appareil selon l'invention.

- 5 Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux procédés et aux appareils qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.



REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une mousse d'une matière thermoplastique, caractérisé en ce qu'il comprend la fusion et l'extrusion de la matière thermoplastique à l'aide d'une extrudeuse (1) à vis, l'addition d'un agent porogène à la matière thermoplastique fondue, le mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique fondue dans un dispositif de mélange (3) et le refroidissement du mélange résultant de l'agent porogène et de la matière thermoplastique à une température convenant à la formation d'une mousse, dans un dispositif de refroidissement, le dispositif de mélange (3) comprenant un rotor (31) supporté dans un stator (34) afin qu'un espace soit délimité pour le passage du mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique pendant la rotation du rotor, le rotor 31 ayant des cavités 36 formées à sa face externe et le stator (34) ayant des cavités (35) formées à sa face interne, les cavités du rotor (31) et les cavités du stator (34) étant destinées à se recouvrir mutuellement pendant la rotation du rotor et à provoquer un transfert du mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique entre les cavités pendant le passage du mélange dans le dispositif de mélange.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière thermoplastique et l'agent porogène sont mélangés préalablement avant d'être mélangés ultérieurement dans le dispositif de mélange (3).

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (31) du dispositif de mélange est entraîné en rotation indépendamment de la vis de l'extrudeuse.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (31) du dispositif de mélange est raccordé à l'extrémité avant de la vis de l'extrudeuse.

5. Appareil de fabrication de mousse de matière plastique, caractérisé en ce qu'il comprend une extrudeuse (1) à vis destinée à fondre et extruder la matière thermo-

plastique, un dispositif (3) de mélange communiquant avec l'extrudeuse et destiné à recevoir un mélange d'un agent porogène et d'une matière thermoplastique fondue provenant de l'extrudeuse et à mélanger l'agent porogène et la matière thermoplastique fondue, et un dispositif de refroidissement (2) communiquant avec le dispositif de mélange et destiné à refroidir le mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique formés dans le dispositif de mélange, à une température convenant à la formation d'une mousse, le dispositif de mélange (3) comportant un rotor (31) supporté dans un stator (34) afin qu'un espace soit délimité pour le passage d'un mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique pendant la rotation du rotor, le rotor (31) ayant des cavités (36) formées à sa face externe et le stator (34) ayant des cavités (35) formées à sa face interne, les cavités du rotor et les cavités du stator étant destinées à se recouvrir mutuellement pendant la rotation du rotor et à provoquer un transfert du mélange de l'agent porogène et de la matière thermoplastique entre les cavités pendant le passage du mélange dans le dispositif de mélange, un orifice (9) d'injection d'agent porogène étant placé en amont du dispositif de mélange.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rotor (31) du dispositif de mélange peut tourner indépendamment de la rotation de la vis de l'extrudeuse à vis.

7. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rotor (31) de l'extrudeuse est raccordé à l'extrémité avant de la vis de l'extrudeuse, l'orifice (9) d'injection d'un agent porogène étant disposé dans l'extrudeuse.

8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de malaxage préliminaire placé entre l'extrudeuse et le dispositif de mélange.

FIG. 1

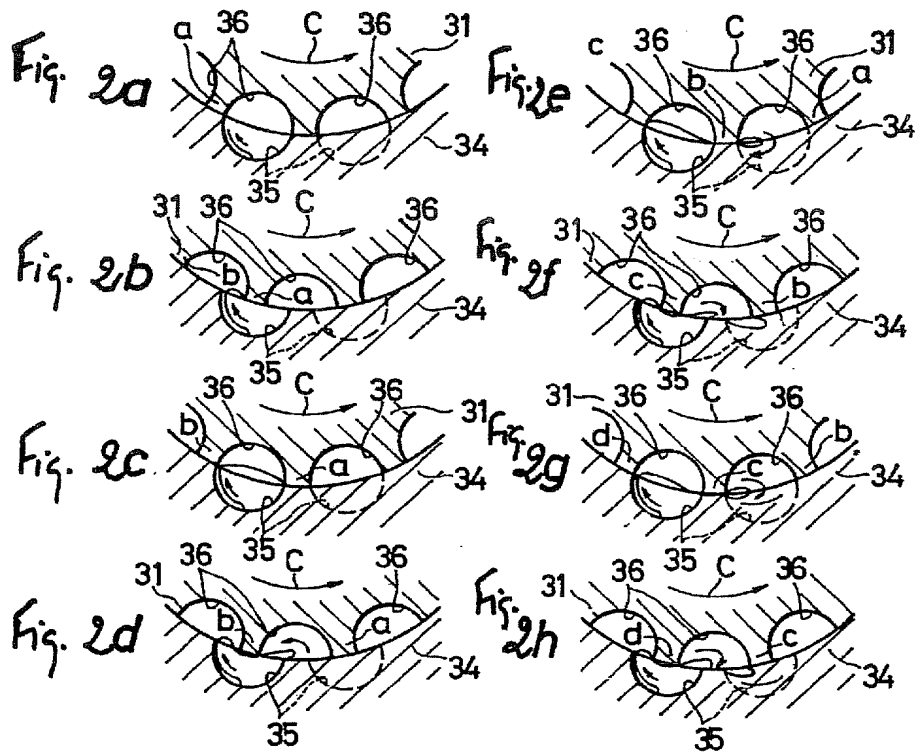
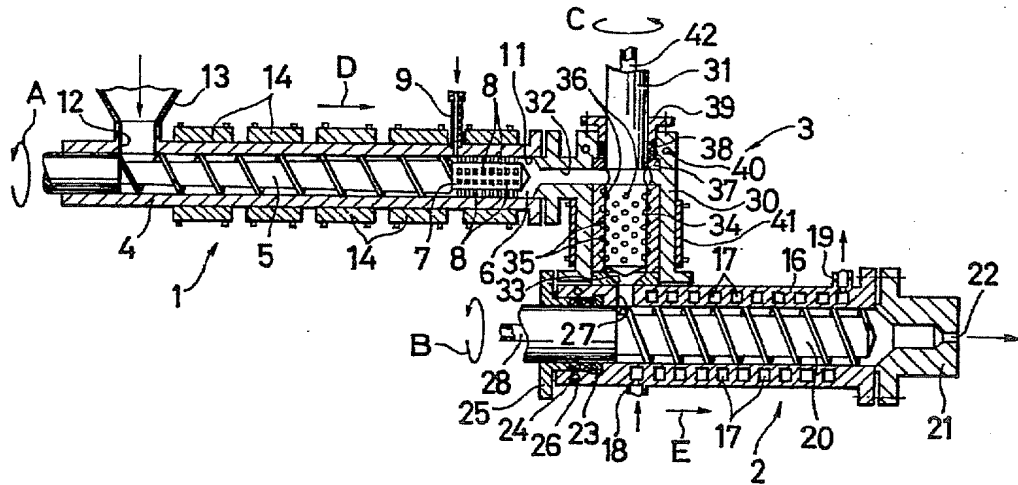


FIG. 3

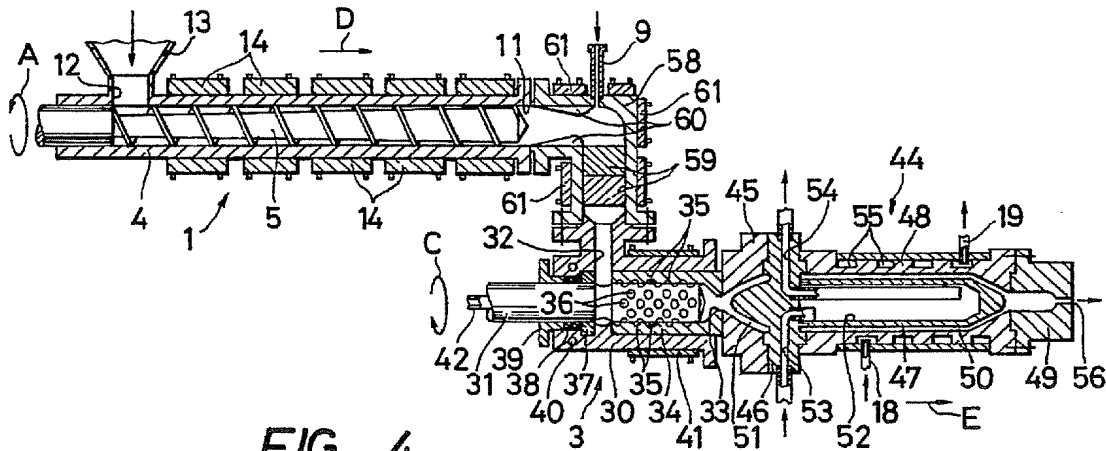


FIG. 4

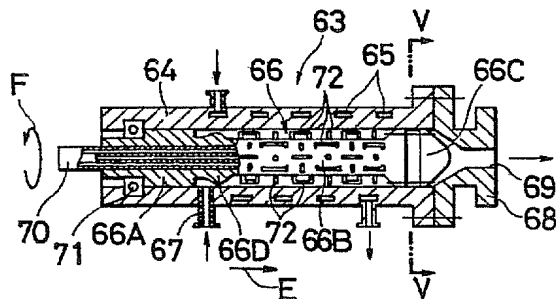


FIG. 5

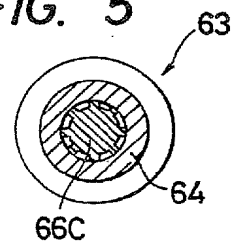


FIG. 6

